

算数科指導に対する教育工学の適用

井 上 俊 夫

は じ め に

教育の現代化が求められてから、すでに20年余りを経過しようとしている。この現代化の主張は、教育の目標・内容とともに、教育の方法手段を現代にふさわしく改善することにあつたのである。

教育に対する改善は、いつの時代にあつても望まれ努力されてきたことである。科学技術の急速な発達を主要な背景とした社会の急激な発展によって教育の爆発の時代ともいわれるように、教育の重要さの自覚と相まって、教育の改革に向かって議論されていることは周知のとおりである。

一方、教育現場においては、日々教室において子どもたちと接する教師たちは、これと真剣に取り組み、目標の面、内容の面、さらに方法手段の面においても理論的実践的に研究が積み重ねられ、その成果があげられていることも事実である。

この研究においては、このような教育の実情を認識しながら「算数科指導に対する教育工学の適用」と題し、教育機器を導入することによって、教育を能率的効果的にすることの理論的実践的な観点のもとに研究を進めたいと考える。特に、教育機器は、教育実践の中から内面的な要求に応じたものとして開発されたものというよりは、むしろ電子工学の発達などの外面的な要素によって整備されたと見るべきである。そこで、教育機器は、その使い方によって効果が生まれ、正しく位置づけることによって生命が与えられると考えるべきであろう。

筆者は、これまでに「学習指導の体質の改善」という立場から、教育工学的手法の導入による学習指導の改善に資するための研究を行ない公にしてきた。

すなわち、

教育工学の適応分野 (I)～(VI) ——主として学習改善という立場で——

仏教大学通信教育部「鷹陵」 昭和46年

小学校における算数教材の精選・統合と授業過程についての一考察

仏教大学人文学論集第15号 昭和56年

算数科における教材の構造と授業設計についての研究 (1)

仏教大学人文学論集第18号 昭和58年

これらの研究の経過をふりかえって見ると、次のような推移によって研究が進展してきたものとする。

(1) 視聴覚教育の研究期

この時期は、研究の対象が、幻灯機、映写機、テレビ、ラジオなど、主として提示機器に限定、提示の方法も一方的であり、一斉方式であり、また、それぞれの単体としての活用が、その特徴といえる。

この成果は、毎日放送 (JOOR-TV, 第4チャンネル)「学校めぐり」の中で放映。

(2) 教育工学的手法の研究期

この研究期にはいると、研究がOHPの提示機器の活用とともに、反応機器を用い、提示の方法も、一斉学習から個別化学習へと単体としての機器利用から複合的利用への研究が進展することになった。

(3) システム創造と開発の研究期

この研究期では、教材内容や目標の分析的研究、教育機器の複合的活用の研究、学習フローチャートの研究、さらに、システム化を志向した実践的研究として進展しつつある。

以上、この3つの研究期における推移を見ると、(1)、(2)の2つの研究期は、教育機器からの課題へのアプローチであり、仮説段階、実証段階と考えることができる。

(3)の研究期は、目標からのアプローチであり、システム創造の段階であるということができよう。

この(3)の研究期の成果は、算数科学習における「分数」の指導に、小学校入門期における図形指導(「かたち」)に、さらに「かたち」として図形の基本構成をVTRによる教材、さらに研究資料として作成しもって教材研究算数の授業に活用しつつある。

なお、OHP教材としてのTPの開発(「集合の考え方」)、「プログラム学習シート」の開発に取り組みつつあるのが現状である。

このような研究の成果を支えとしながら、ここで設定した「算数科指導に対する教育工学の適用」の課題に一層研究を深めたいと考える。

1. 学習指導の体質の改善と教育機器

算数科指導の改善は、大別して、次の2つの方向から進められなければならないと考える。

その1つは、指導内容の改善であり、次の世代を背負う国民の資質の向上を図るといった観

点から、従来の指導内容に再検討を加え、新しい近代数学の成果を反映させながら、現代社会の要請に応えることのできる指導内容とすることであり、他の1つは、指導方法の改善である。いかに、指導内容を現代化したとしても、従来と変わることのない旧態然たる指導方法であっては、その内容の理解や定着を期待することができないといっても過言ではない。

この稿においては、後者に注目して研究を進めることにする。

従来の学校教育現場での一斉指導は、明治の学制制定以来定着した学習の形態であり、その成果は今なお受継がれている。

しかし、1960年代（昭和35年～）において、教育評価に関して「個性を伸ばす教育を重視するようになり、全人教育に対する反省が行われる」¹⁾ことになり、学習評価の定義²⁾が、次のような内容として改められることになったのである。

すなわち、

「教師は学習過程において、各個人が示す個性的な、特徴的な反応を敏捷に読みとり、彼等の思考過程・理解の深さ・技能の正確さと速さ・興味の方角と速さ・学習困難の位置と性質などを正確に知るよう努めなければならない」とし、さらに、学習評価とは、そのような学習活動の中において、

ア．絶えず児童生徒の成長発達の性質や程度をとらえ、

イ．それに的確な教育的解釈を加えて、教育実践に寄与しようとする教育的方法であり行動である。

としている。

このような学習評価の考え方が、教育現場において、どのように具体化されたのであろうか。

それが、個性を伸ばす指導—人格形成—として、初等教育における教育の目標が、とくに人格形成に重点を置くことの認識をもとに展開されることになったものと考えられ、そして、具体的には、

① 主体性をもたせる指導（主体学習）

グループ学習、自主協同学習が含まれ、これらの形態によって、

個人で学ぶ→小集団で学び合う→みんなで解決する

といった学習過程によって指導が展開することになる。

② 能力差を考えた指導、または、一人ひとりを生かす指導

能力別学級編成の形態から、集団の中の個別学習形態、プログラム学習形態まで幅広い範囲が考えられ、一人ひとりを生かすために教育機器を活用したり、コンピュータ利用の学習とし

て実践に寄与されるものと考えられるが、これらが人格形成にどのような影響を与えるかの研究は、今後の重要な課題でもあろう。

そこで「能力差を考えた指導」一人ひとりを生かす指導、に注目しながら、教育工学的手法の適用による学習の改善に必要と考えられる諸内容について、より研究を深めることにしたい。

2. 教育機器活用の基本的な考え方³⁾

授業において教師の働きかけの効率を高め、一人ひとりの児童の学習成果を高めることの目的をもって開発されたものと考えるべきであり、したがって、児童一人ひとりに望ましく学習内容の定着を目指すためには、次のような条件を満たす必要があると考える。

ア. 指導目標を明確にする

イ. 学習の事前に児童の達成度を把握する

ウ. 児童の学習の仕方を調査し明確にする

エ. 児童一人ひとりに適した授業計画を立てる

オ. その計画に沿って授業を進め、節目節目で達成度評価を実施する

カ. 達成不十分なところを補充する

などが、必要と考えられる条件である。

教育機器とは、それら教師としての作業や児童に対する働きかけを援助し、その効果を高めるためのものであるといえる。

したがって、教育機器の活用とは、ただ単に形式的に機器を用いた授業を実践することではなく、授業の計画、実践、評価の過程の中において、児童の学習活動を円滑に進めるための働きを高めることにあると考える。

授業あるいは、児童の興味・関心や進度の差に即した学習において児童からのフィードバックの回路の確保により、学習の個別化などを援助し、強化するのが教育機器の活用の際に期待される役割なのである。

このような観点から考えれば、教師は、教育現場にある様々な教育機器についての特性・機能について研究し、理解を深め、一人ひとりの児童の学習の成果を高めるために、それらをどのように活用するか創意と工夫を試みるべきであろう。

個人差に応じる学習指導に適した教育機器といっても、個々の機器の活用のしかたや授業の展開過程への位置づけ方によって、その特性は変わってくると考えられるため厳密に固定することは困難になると考えられるのである。

この研究では、比較的活用されている教育機器である映写機器としてのOHP、反応測定機器としての反応分析装置の2つがもつ特性とその活用を念頭におきながら以下の内容について

考察することにした。

一斉指導の教育方法については、先に考察してきたごとく、一人の教師が多数の児童を同時に指導するのであるから、知識を伝達するという点からは効率的であり、児童たちの発言や話し合いによって、その場で進展する中に直接的に加わらなくても、話しを聞きながら自分で批判し、思考を誘発し、啓発される面もみのがすことができないであろうし、さらに、様々な異なる思考のあることについても知る機会をも得られることも考えることができよう。

しかし、そのような長所として取り上げられることがらは、学習集団の能力がだいたいにおいてそろっているという前提条件が満たされていて初めて可能であると考えられるが、能力差の大きい学習集団にあっては、このような方法はあまり効率的なものであるとはいいがたく、むしろ多くの欠如する点が指摘することができると考えられる。

現在のように教育人口の増加と指導内容の高度化という教育の現代化の方向から考えて見るとき望ましい方向とは一応考えることもできるが、しかし、指導内容を具体化する指導の段階において「能力に応じた」という内容を無視した一斉指導を成り立たせている前提条件を満たすことのできないという矛盾に直面しているのが今日の現場実践にみられる姿ではなかろうか。

そこで「算数科教育の学習指導の体質の改善」という観点から、この一斉指導の現場実践で考えられる欠如する点を認めながら、一斉指導におけるより効率的な指導の方法、および個別化された指導について、教育工学的手法の適用による指導の改善とそれにとりまなう教材の開発に研究の観点をおきより研究を深めることにする。

そこで、まずより効率的な指導方法を追究するため学習形態と教育機器との問題について考察する。

(1) 一斉指導と教育機器

一斉指導のもつねらいは、指導内容を正確に伝達し理解・定着させ、その知識技能を活用させることにある。

論理的思考であっても、創造的思考であっても、基本的知識の正確な把握と定着、その累積があって、はじめて可能になるのであって、指導内容の正確な理解を欠くことがあっては、それらの発展を図ることは困難であることは当然のことである。

したがって、能力差の大きい学習集団に対しては、一斉指導の形態で、従来からのチョークと黒板を使つての学習情報の提示では、今日のような学習内容の多彩化と高度化している現状においては、児童たちに内容の十分な理解と定着の深化を図ることは困難であるといえる。このような事情を克服し、理解の深化を図るためには、今日的な教育機器の適用による指導の改善が望まれるのである。

一斉指導に活用される教育機器を実践に用いる場合には、教師の判断によって多少の工夫が加えられ用いられることが多く、この場合には、機器の特性としては、一方的に児童に学習情報を提示する機能をもつものであり、これは一般的に提示機器と称するものであり、数字や記号を使った抽象的概念の多い算数の学習においては、できるだけ具体的にわかりやすく指導することが大切である。

そこで、一斉指導と教育機器の問題を考える場合には、両者のもつ特性を的確に把握した上で、最適化を図ることが今日的な大切な課題であり、研究を深める必要があると考える。

(2) 個別指導と教育機器

一斉指導と教育機器の問題を、一斉指導のもつ特性と教育機器のもつ特性をどのように最適化の観点から組み合わせるかを考察し、一斉指導の欠如すると考えられる問題を指摘しつつ、この欠如するため教育機器をどのように活用するか考察してきた。

この問題の根本的な解決手段として個別指導やグループ指導がある。

これは、学習指導要領によれば、該当学年の指導内容の一部を軽減して取り扱ったり、次学年の内容の一部を加えて指導することが認められてはいるが、現実には、一斉指導の場において実現することは困難であり、問題点が生じると考えられることから、個別指導あるいはグループ指導を指向しようとするものと考えられるからである。

しかし、一人ひとりの児童の能力に適合した学習を目指す個別指導であっても、グループ指導であっても、一人ひとりの教師が学習情報の提供者となり、それぞれに適切な情報を提示するとなると、おのずから限界があり、一人の教師が処理できるものではないと考える。

また、一斉指導においても一方的に情報を与えるばかりでなく、欠如する児童の反応を教師が確認しながら進めるのが常であり、一定の規格化された情報の提示は機器の活用として、教師は機器では不十分な部分の情報の提示を行なうことが考えられる。

(3) 教材開発の視点に立った指導の改善

算数科教育の改善のみでなく、他の教科指導の改善にも教育機器活用の必要性が認識され定着していることは、よろこぶべきことである。

しかし、ややもすると、教育機器のもつ構造や性能・設備等のハードウェアに注目しがちになり教育機器を真に支えていると考えられる教材の存在を軽視する傾向にあるのではなかろうか。

具体的には、ハードさえ購入すれば、あとは、教師の努力によってなんとか補うことができるという安易な考え方である。

教育機器の効率的な活用を考えるとするならば、教材をもっと重視し、機器を最も効果的に活用するための教材開発を進めることが重要な課題となると考える。

算数科教育の改善を教材面から行なうことを意図すると、先に考察してきたように一斉指導の教材のあり方と、個別指導での教材のあり方とはおのずと分けて考える必要があると考えられる。

そこで、ここでは、小学校算数科の指導を、第2学年10月（6時間扱い）の単元（題材 かんがえかたと しき）を、フローチャート形式による学習指導案の作成をとおして、TP、反応分析装置の活用、さらに、プログラムシートの作成とその指導過程への位置づけ等について考察したい。

(4) フローチャートを用いた指導案

最近、反応分析装置（RA）が普及し、それにともなうOHP、VTR、シンクロファックスなどの教育機器と併用して教育現場で活用した授業の研究が進められてきている。この形式を用いるということは、ただ表現が目新しいというだけではなく、学習過程を教育工学的に構成し分析しようとする目的をもつものである。

すなわち、教授—学習過程のシステム化を図ろうとする意図がフローチャート形式による学習指導案への移行を強めているのではないかと考える。

ここで、フローチャート形式による指導案の形式を考えながら、その指導過程の各段階にみられる指導上留意すべき点について考えてみることにする。

まず、フローチャートを用いて構成された学習過程において考えられる児童の変容を期待するものは何であろうか。

教師は、児童一人ひとりの理解の程度や技能の習熟程度をとらえながら学習を進めるのが一般的であり、その根拠とするものは、挙手や発表、表情など児童からの反応のほか、経験による力を頼りにしたものが多かったと考える。もし、これが学習過程において学習の進展にしたがって各段階ごとに、児童の目標への到達度が評価できれば、児童の実態がより正確に、速く把握でき、理解の遅れがちな児童や理解不足の児童への治療と対策が的確な方法によって対処できるものと考えられるのである。

そこで、それらの考え方を、この形式の指導案に具体化するためには、どのような点を配慮すべきであろうか。

指導目標をできる限りにおいて具体的な形でとらえ、児童の学習進度にしたがって、各段階ごとに到達度をチェックし、必要に応じてフィードバックしたり、補説したりして、指導をコントロールしようとする意図をもって実践に活用しようとするものである。

次に、フローチャートを用いた指導案例を示し、この形式の意図するものを具体的にみてみることにしたい。

(5) フローチャート形式を用いた算数科指導案例⁴⁾

第2学年 算数科学習指導案

期日 昭和61年10月7日（火曜日）第3時限，2年A組，指導者〇〇〇〇

1. 題材「かんがえかたと しき」

2. 目標

- (1) 加法や減法が用いられる場を拡充し，逆思考の問題が解決できるようになる。
- (2) 加法と減法の相互の関係について理解を深める。

3. 題材観

子どもの中には，文章で示された問題を解決するのに苦手意識をもっている者がかなり多いのである。

特に，この題材で扱う減法逆減法，減法逆加法，加法逆減法の内容であると，その傾向が強く現れる。その要因として考えられることは，

- 何を求めるのか，何が既習の内容であるのか，問題の構成が十分に把握できない。
- 問題の数量の関係を明確にとらえ，演算を決定することができにくい。
- 問題構造を図表示などを用いて把握したいが，その表示の方法がわからない。

などが考えられる。

また，これまでの児童の実態では，問題の文章表現が減法であると理解しているのに，実は加法であるとかのとまどいも，本題材を学習するうえでのつまずきともなると考えられる。

そこで，これらの要因を除去するためには，

- 問題文の中の重要な要素を抽出し，構文を次第に単純化，明確化していく作業を児童とともに進める。
- 問題構造を図やことばの式などを通して，しっかりとらえさせる。
- 具体物などを用いたり，身ぶりをういてイメージ化をたかめ，式に表示しやすくする。

など，指導上の配慮が必要であることは，この学年の段階では大切な点であると考える。

なお，指導に際しては，問題解決の答えを求めることだけに力点をおくのではなく，加法減法の場の拡充することの意義や，どのように思考すれば問題構造がとらえられるか，順序よく筋道を立てて問題を解決するのにどのように考えればよいかについても十分に意識したうえで指導を進めることが望まれる。

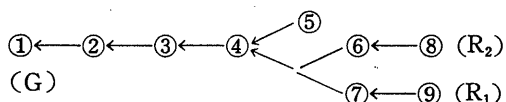
4. 目標行動とその形式関係図

◦ 目標行動

- ① もらったいろがみの数，はじめのじどうしゃの数，はじめの子どもの人数を，式から求めることができる。(G)
- ② 求答のためには減法を用いる必要があることを説明し，数量の関係を式に表すことができる。

- ③ 数量の関係をテープ図をもとにして、数値やことばを用いて説明することができる。
- ④ 問題文をテープ図に対応させることができる。
- ⑤ 求答事項は「もらったいろがみの数」「はじめのじどうしゃの数」であることが指摘できる。
- ⑥ じどうしゃの全部の数(25)は「はじめのだい数」と「きただい数」の合計であることが指摘できる。
- ⑦ いろがみの全部の数(20)は「はじめの数」と「もらった数」の合計であることが指摘できる。
- ⑧ じどうしゃの全部のだい数は25であることが指摘できる。(R₂)
- ⑨ いろがみの全部の枚数は20であることが指摘できる。(R₁)

・ 形成関係図



5. 学習展開

時間 (分)	学 習 活 動	目標 番号	教授—学習過程	教材・教具・留意点
0	<ul style="list-style-type: none"> 問題を読んで数的条件をつかむ。 問題を読む。 		<div style="text-align: center;"> <div>はじめ</div> <div>問題提示 (TP₁)</div> <div>OHP</div> <div>問題を 読む</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 導入 TP₁ いろがみを12まいもって いました。なんまいかも らったので、20まいにな りました。 なんまいもらいましたか。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 理解 <ul style="list-style-type: none"> 黙読のあと、指名読みをさせる。 どんな問題であったか。 「わかっているもの」「わからないもの」としてまとめる。 </div>
5		⑨ ⑦		

10

- 文を簡略化する。

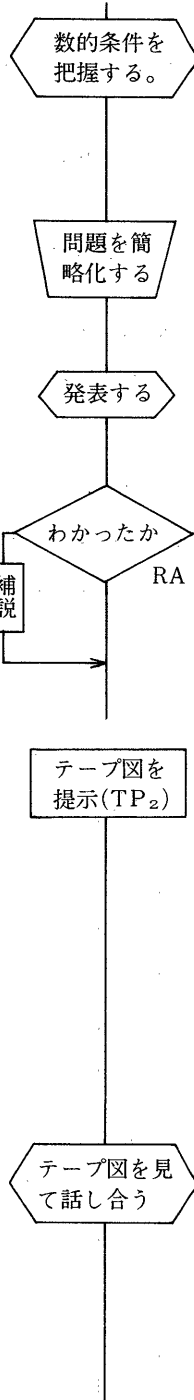
- 問題文に即してテープ図をもとに、数量関係を明確に立式求答する。

- テープ図を読みとる。

⑤

④

③



- はじめもっていた数…12。
- なんまいかもらった。
- ぜんぶの数。

- ノートに数的条件をもとにして作文させる。

- 12枚もらった。もらった。20枚になった。何枚もらった。

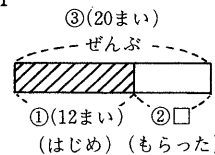
RA ①わかった
②わからない
④質問

TP₂



- TPは「はじめ」「もらった」「ぜんぶ」を別のレートにかき、順次重ねられるようにする。

TP

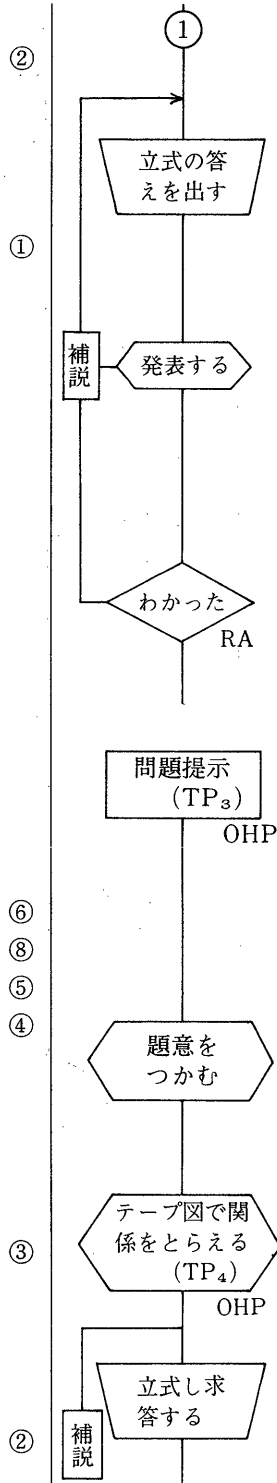


TPは、①、②、③の順に話し合いにより提示し数量関係をつかませる。また「12まい」「(はじめ)」も順次出せるようTPをくふうする。

25

- 問題3を通して、テープ図をもとにした問題解決能力を深める。
- 何を求めるかなど題意をつかむ。

- 立式し求答する。



- 20-12
- 「もらった」ことがら、加法にする者も多いので注意する。

- テープ図をもとにして20-12にそなわけをし、しっかりいわせる。
- $20-12=8$ の8がテープ図のどこかを明確にする。

- RA①20-12を立式できてわかった。
②わからない
④質問

定着

TP₃ 問題3.....
じどうしゃが7だいふえたので、みんなで25だいになりました。はじめにはなんだいありましたか

- 前問との違いをつかむ
- 数的条件、求答事項、横文の単純化をさせる

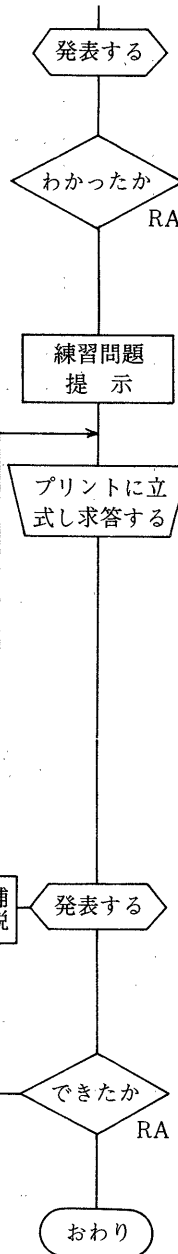
TP₄は、テープ図ですテープ図の作り方は、TP₂と同じテープ図で数量関係を十分把握させる。

- 25-7、こたえ、18だい

- 練習問題により、減法が用いられる場の拡充と、その問題解決力の定着をはかる。

プリント
子どもが8人きたので、37人になりました。はじめなん人がいましたか。

45



- テープ図で立式の根拠を説明する。

RA ①わかった
②わからない
④質問

練習

- 練習問題(補充)をプリントしたもの配布する。
- 各自の答えを見て、個別に指導する。

適用

- 37-8
- テープ図を準備しておき、それをもとに立式の根拠を説明させるのもよい。

RA ①できた
②できない
④質問

このフローチャート形式による学習過程の展開をみるに、集団学習とは異なる個別的学习の場のあることに気づき、その流れの中に一人ひとりの児童に対する学習の成立を考慮している点が特徴と考える。

児童一人ひとりが、そのもつ能力いっばいに学習を進めるためには、それが可能にするような方法が考えられるべきであり、一学級40～45人という学級集団の児童一人ひとりに対して教師がつききりで指導がなされることは不可能であることは事実である。

したがって、一人の教師による数十名の児童の学習指導をすることは、現行の学校教育制度が存在する限りにおいてはやむをえないことであると考ええる。

しかし、このような状況を認識しながらも、教育に与えられた責任は、能力の異なる一人ひとりの児童に学習の成立を目指すことは当然のことなのである。

たしかに、史的変遷の中で、ダルトン・プラがあり、プログラム学習が、個人用ティーチングマシンによる学習など、それぞれの特性のもとに展開され、一人ひとりの児童の学習成立を目指した努力がなされていきる。

ここで注目し、学習指導の質的改善のために積極的に取り組みたいのが、フローチャート形式による学習指導案であり、その展開による学習指導である。

(5) 算数科教育における授業システム

算数科という教科の学習指導を行なう場合に、学習形態としては、一般的に考えてみて、一斉学習、集団学習、個別学習といった形態によって学習が進められているが、これらが、個々別個に用いられているかというとはそうではなく、そこで用いられる素材や教材の特質によって、さらに教材提示の方法によって、いろいろな組み合わせを考え用いられるのである。

授業が、教授、学習、学習指導によって構造化されるものである以上、そこに組み込まれる各種の学習組織は、一単位時間の流れにおいて、ときには連続的に、並列的に活用され実践されるものとする。

ここで、さらに算数科の教授・学習・学習指導の効率化の観点に立って、よりこの問題について考察したい。

全国教育研究所連盟が、義務教育改善とその方法を考えるのに必要とする基礎資料を得るため全国的規模での意見調査を実施し、その結果が報告され発表されている。

その中に、教育内容の理解程度について、中学校教師の30%以上の人々が、教育内容を理解している生徒は「子どもの $\frac{3}{4}$ か、 $\frac{1}{2}$ ぐらいである」と判断し、「生徒の $\frac{3}{4}$ が理解している」と答えた人は、中学校教師の調査に答えた人の内、わずか7%にすぎない」という。

このような現状の中で、その学習のむずかしさが訴えられる算数科の授業においては、わけでも児童の特性・能力に応じた教授と学習・学習指導を進める必要があると考える。

学習指導要領 教育課程一般編に、次のような内容が見られる。

- 。 ……学校の実態に即して視聴覚教材を適切に選択し、活用して、指導効果を高めること。
- 。 指導の効率を高めるため、教師の特性を生かすとともに、教師の協力的な指導がなされるようにくふうすること。

この内容でいう「指導の効果を高める」の意味は、もちろん児童の学習に対する成果のあがることを期待するのであるが、能力差のある児童たちが、それぞれの能力相応の学力を身につけるとともに、それを土台にして、より高次の学力への到達を意味していると解すべきであろう。

学習指導要領が期待し、それによって編集された教科書の数学内容の全体が「事象を数理的にとらえ、論理的に考え、総合的、発展的に考察し、処理する能力と態度を育成する」を達成目標として、教授・学習が進展するときに、その結果が以降の学力形成に役立つものと考えべきであろう。

このようにして、真の数学的な学力を養う必要があるが、学校教育の現実には、一人の教師によって、40名という児童を対象とした授業という形態によって進められている。このような現状の中で、「指導の効率を高めるために」教師の特性を生み出し、教師の協力活動をなすことが要望されているのである。

また「指導の効果を高めること」が視聴覚教材の適切な選択と活用によって進めるべきであるといわれていることは、当然、教授活動と学習活動に関するものであるが、視聴覚教材とは、視聴覚的な教材と学習教材を含むとともに、これらを活用する機器、さらに教育機器全体にも及ぶものと解すべきであろう。

このように解釈することによって考えられるのが、授業のシステム化、すなわち授業のシステム設計による学習の効率化の問題である。

児童一人ひとりの学習の成立と定着を図ることが、これまでの一斉指導では、極めて困難であるという認識、この課題をいかにして克服するか。

学習科学の発達、教育工学の台頭、なかでも、教授と学習とを効率化するための教育機器の開発は、日々の授業をどのように計画し、実践するかの問題、この解決方法としてのシステムの導入の必要性が考えられる。一単元、一単位時間の授業の計画は、これまでの指導案という形式によって作成することにとどまることを許されない時期にきていると考えるのである。

ここに、単元展開の構造、すなわち授業システムの構造をどのように構築するかという課題が生じる。

この授業システムの構造は、いろいろなパターンが考えられるが、現在考えられているシステムの類型は、次の2つである。

1 つは、教材を中心に考えた授業システムの構造例であり、この構造による授業展開の流れ

の予想は、フローチャート（先に考察してきたフローチャート指導案参照）によって示すことになる。

他の1つは、その授業システムの構造図が、授業システムのフローチャートを組み込んだ形をとり、そのシステムをみれば授業がどのように展開するかが直ちに理解できるようになっている。

このように、1、2の類型とも、それぞれの特性を生かし実践に寄与しようとするものであるが、どちらも授業の流れの段階は明示されないが、導入・展開・整理という授業全体の流れを示す場合には、授業の流れに時間を示し、学習の経過を示すような形式になっている。

授業システム設計の手順は、次のような設計にするのが一般的である。

- (1) 単元目標を明確にする
- (2) 教材の教育的配列を行なう（系統化）
- (3) 教授組織の決定
- (4) 教授活動の選択、決定
- (5) 学習組織の決定
- (6) 学習活動の選択、決定
- (7) ハードウェア（教育機器）の選択、決定
- (8) ソフトウェア（教材）の選択、決定
- (9) 授業システムのプロセス・フローチャートの作成
- (10) 以上のフローチャートについて教授組織、教授活動、学習組織、学習活動、教材、教育機器の配置を行なう。
- (11) 授業システムの構造の決定
- (12) 授業システムの記述
- (13) 授業成果の評価計画の立案

以上の手順の中で、教授組織として考えられることは、チーム・ティーチング組織の導入である。

授業の効率化という観点からみても、このチーム・ティーチングの組織をつくることは、非常に大切なことと考える。

学習組織は一般的に、一斉学習、グループ学習、個人学習に分けることができるが、学習の個における成立と定着とが強く求められている現在、この個を対象として学習を授業システムのどこに位置づけ、それを達成するために、どのような教育機器を用いるか。

また、どのような素材を用いるかは、細かな配慮のもとに決定する必要がある。

授業システムの設計とは、従来の指導案の作成、単元の構成に当るものと考えるが、教師たるものであれば、誰もが日々の実践を通して最も高率化を図るための努力を必要とする問題で

あると考えるのである。

この研究の目的とするものは、算数科指導の質的改善を目的とした、教育機器の活用に関する諸問題の考察にあった。

ここで得た研究の成果を教育現場においてどのように具体化し活用するかが課題であると考えられる。

そこで、この課題を教育現場で具体化するための基本的な考え方として、

1. 教育機器活用の目的を明確にする
2. ソフトウェアを開発する
3. 教育機器の特性を知り、正しく操作できる技術をもつ
4. 教材の作成及び教育機器の管理について協力体制を樹立する

の4つの内容を、算数科の目標・内容とともに指導方法手段とを有機的に関連の中で、教育実践にどのように具体化するかを考察するにある。

なお、教育機器を活用した視聴覚的教育による一斉指導は、一見効果的にみえるが、児童の学習の主体性や個性に合った思考の育成をどのように調和させるか、教育機器による個別学習は能力に応ずる学習として能率的であると考えられるが、対人指導に比べどのような不備があるのだろうか。

また、教育評価やその処理について電算機等をどのように活用するか。

など、解決すべき研究課題は数多いと考えるのである。

この研究の発展課題

- (1) プログラム教材のもつ理論とその具体化の研究
- (2) 学習組織とそのシステム化の研究

注記

- 1) 理論と実践 算数科教育の研究 p.67～
- 2) " p.67～
- 3) 機器利用による数学の指導 p.58～
- 4) 小学算数2上, 教師用指導書 p.112～

参考文献

- | | | | | |
|------|-------------------------|----------------|---------------|------------|
| 井上俊夫 | 教育学の適応分野 | 小学校における(I)~(Ⅶ) | 佛敎大学通信教育部「鷹陵」 | 昭和46年 |
| 井上俊夫 | 算数教材の精選・統合と教授過程についての一考察 | | 佛敎大学人文学論集 | 第15号、昭和56年 |
| 井上俊夫 | 算数科の関数の教材察と授業計画についての一考察 | | 佛敎大学人文学論集 | 第18号、昭和58年 |

算数科指導に対する教育工学の適用

井上俊夫 学習の個別化を目指す授業改善 教育開発研究所 6月号～8号 昭和60年

井上俊夫 個の確立をめざす学習過程の探究 教育開発研究所 1月号～3号 昭和61年

香川大学教育学部付属坂出小学校 個の確立をめざす学習指導の探究 昭和60年

金子孫市他 機器利用による数学の指導 大日本図書 昭和48年

金子孫市他 授業システム研究1～4 明治図書 昭和46年

北尾倫彦 学習の心理 教科学習の基礎 ミネルヴァ書房 昭和57年

松下視聴覚教育研究財団 視聴覚選書① OHD/教育 ラジオ技術社 昭和56年

出万 隆 理論と実践 算数科教育の研究 大阪書算 昭和54年

全国プログラム学習研究連盟 教育フロンティア 教育出版 昭和46年

日本教育情報学会 教育情報研究 昭和60年

“ “ 第1巻 昭和61年

“ “ 第2巻 昭和61年

花田伸彦 算数・数学科授業の設計と実際 東洋館出版 昭和54年

波多野完治 教育機器の学習心理学 大日本図書 昭和48年

細谷俊夫 教育方法 岩波全書 昭和59年

L・M・ストリュロウ 東洋他訳 フィードバックのある学習 プログラム学習の心理学 国土社 昭和46年

文部省 小学校教育課程 一般指導資料Ⅲ 昭和59年

教科書・資料

高橋陸男他 小学算数教師用指導書総論 大阪書籍 昭和58年

“ “ 2年上・下 “

浜松市立河輪小学校 自ら求めて学びとる子の育成——課題をつかみ自ら解決する意欲を高める機器利用—— 昭和55年